

コンパクト型合併浄化槽の機能評価とその応用に関する研究

榎並 利征^I 時任 博之^{II} 佐藤 ひとみ^{III} 西留 清^{IV}

Study on the Functional Evaluation and It's Application of a Compact-type Septic Tank for Combined Wastewater

Toshiyuki ENAMI Hiroyuki TOKITOU Hitomi SATOH Kiyoshi NISHIDOME

Total cubic volume of wastewater treatment by a septic tank for combined wastewater with the convention-type is nearly 3.5 m^3 when 5 people use it everyday. But presently it costs a great deal because of the size of cubic volume and the lay-down place is restricted. Total cubic volume of a septic tank for combined wastewater with the compact-type is nearly 2 m^3 when 5 people use it everyday. It is laid down very cheaply and easily. This study is compared treated water with convention-type and compact-type and to do functional evaluation too. As the result, the septic tank for combined wastewater with the compact-type is got good water quality even about five times to regulation volume.

Key word : Septic Tank, Combined Wastewater, Wastewater Treatment, Compact-type

1. はじめに

日々の生活の中で、私たちはトイレや風呂など大量の水を使用している。これらの水は最終的には側溝、小川、河川を通して海に放流されている。このため、近年、美しい日本の河川や湖沼、海の水質汚濁が大きな問題となってきた。河川や湖沼、海の汚染は、かつては工場や事業所などからの産業排水が主な原因であるとされてきた。しかし、工場や事業所からの排水は公害病などの悲惨な経験を経て、そのほとんどが処理され公共水域に放流されている。現在では、家庭からの排水が原因の70%を占めていると言われている¹⁾。

家庭からの排水を処理する方法として図1に示すように公共下水道、コミュニティー・プラントもしくは浄化槽を用いる方法がある。公共下水道の整備には莫大な費用がかかるが、人口の多い都市においては集中処理のメリットを発揮でき、経済的にも合理性があるため100万人以上の指定都市では下水道普及率が100%近い都市も多数ある。しかし、地方の農村部においては下水道の経済性はまったくなく、1万人以下の市町

村では、数%であり適していない。下水道の普及率は、表1に示すように平成12年度末で62%であり、処理人口は、約7803万人である。政令都市における下水道処理人口普及率は高いが、わが国における下水道の整備は、先進国と比較してもまだまだ低い状況にある。特に人口5万人未満の市町村の普及率は27%にすぎない。このため、地方の大部分の家庭においては浄化槽が利用されている。現在、下水道の建設に関して様々な問題が指摘されている。つい最近まで、排水の処理に関し処理場の建設が唯一無二の手段であるかのように謳われ、それも流域下水道のように大規模施設ほど効率的であると考えられてきた。流域下水道等の大規模な公共下水処理施設はコスト面での自治体への負担が大きい事も考えあわせると、大規模施設より地域条件に応じた処理施設や方法を選択すべきである。具体的には、都市部では従来の公共下水道が、人口密度の低い地域では合併浄化槽が有利であり、その中間の集落では、集落下水道が適していると考えられる。このような観点から、平成8年度から旧建設省、厚生省、農林省が共同で汚水処理施設整備率という指標を発表している。下水道、農業集落排水施設、合併浄化槽、コミュニティープラントのいずれかを使用できる人口を汚水処理施設整備人口といい、この人口を総人口で割った指標が汚水処理施設整備率と定義している。平成

^I技術室

^{II}熊本大学大学院自然科学研究科前期博士課程

^{III}土木工学科環境工学研究室

^{IV}土木工学科

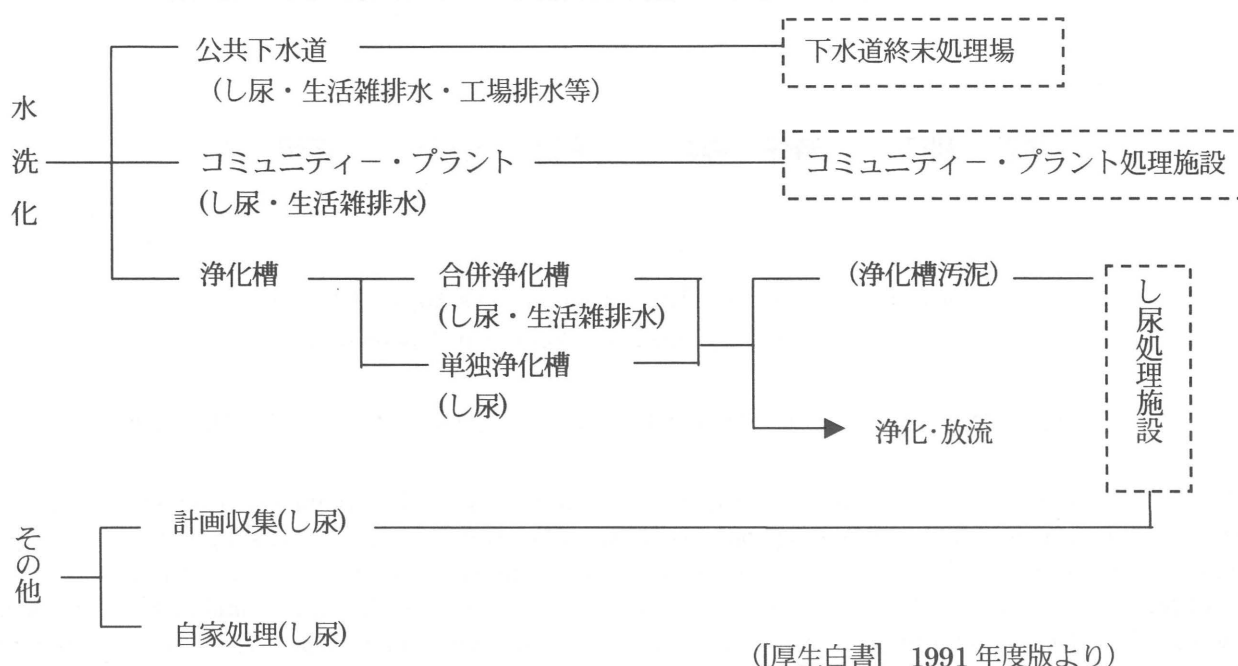


図1 生活排水の処理方法

12 年度末の汚水処理施設整備率は 71%であり、平成 11 年度末から 329 万人増加し、9018 万人となった。整備人口を処理施設別に見ると、下水道による処理が 7803 万人、農業集落排水施設などによる処理が 259 万人、合併浄化槽による処理が 914 万人、コミュニティプラントによる処理が 42 万人である。

現在、合併浄化槽の重要性は、戦後の「下水道計画が完成するまでの間に合わせ」という位置から、人口密度のある程度高い地域では「下水道と浄化槽との棲み分け」、人口密度の低い地域においては「下水道計画に代わる代替水処理システム」として定着している。単独浄化槽の設置禁止や合併浄化槽の位置づけの変化により合併浄化槽の重要性が今後ますます増していくと予想される。一般的に家庭に設置される合併浄化槽は、水洗トイレから排水されるし尿などの水洗便所排水と台所や風呂などから排水される生活雑排水の 2 種類を主に処理して公共水域に放流している。

従来型合併浄化槽を用いた下排水処理は、5 人槽の総容積が約 3.5m^3 （平均滞留時間：約 3.5 日）あり、良質の処理水を公共水域に放流している。しかし、従来型合併浄化槽は、その総容積が大きいために設置費用が高く、設置場所が制約されているのが現状である。これに対しコンパクト型合併浄化槽は、5 人槽の総容

積が約 2m^3 （平均滞留時間：約 2 日）であり、従来型合併浄化槽に比べ設置費用が安価となり、さらに設置場所の制約も緩和された。コンパクト型合併浄化槽は従来型合併浄化槽と比較し、設置におけるメリットが大きい。一方、総容積が小さくなり、滞留時間が減少することによる性能低下があってはならない。設置されるコンパクト型合併浄化槽は、どのような環境下でも従来型合併浄化槽と同程度の処理水質が得られるものでなくてはならない。

本研究は、前述した背景を踏まえて、従来型合併浄化槽とコンパクト型合併浄化槽による高水量負荷時の特性と短時間高負荷時の特性を明らかにし、コンパクト型合併浄化槽の機能評価を検討するとともに、これらの研究成果をもとに太陽電池を用いた間欠曝気式合併浄化槽による排水処理システムの開発を目的としている。高水量負荷時の特性は、規定水量（5 人槽で $1\text{m}^3/\text{日}$ ）の数倍を流入する高水量負荷実験により明らかにし、短時間高負荷時の特性は、約 15 分間に 200l を浄化槽に流入する短時間高負荷実験により明らかにする。これらの 2 つの実験を通して、コンパクト型合併浄化槽の機能評価を行うと同時に、規定水量を数回に分けて流入させた場合の下排水処理性能についての検討も行う。

表1 都道府県別下水道処理人口普及率

(平成12年度末)

都道府県名	普及率	都道府県名	普及率	政令都市名	普及率
北海道	82%	福井県	55%	札幌市	99%
		滋賀県	64%		
		京都府	81%	仙台市	94%
青森県	40%	大阪府	83%		
岩手県	35%	兵庫県	82%	千葉市	86%
宮城県	65%	奈良県	59%		*
秋田県	37%	和歌山県	10%	東京23区	100%
山形県	50%				
福島県	33%			川崎市	98%
		鳥取県	43%		
		島根県	25%	横浜市	99%
茨城県	43%	岡山県	39%		
栃木県	46%	広島県	57%	名古屋市	97%
群馬県	37%	山口県	47%		
埼玉県	67%			京都市	99%
千葉県	57%				*
東京都	97%	徳島県	11%	大阪市	100%
神奈川県	92%	香川県	28%		
山梨県	41%	愛媛県	36%	神戸市	98%
		高知県	23%		
				広島市	88%
新潟県	45%				
富山県	59%	福岡県	64%	北九州市	98%
石川県	57%	佐賀県	26%		
		長崎県	42%	福岡市	99%
		熊本県	46%		
長野県	56%	大分県	34%		
岐阜県	49%	宮崎県	37%		
静岡県	44%	鹿児島県	33%	全 国	62%
愛知県	56%			一般都市	52%
三重県	26%	沖縄県	56%	政令都市	98%

(注)・都道府県の普及率には政令都市分を含む。

・普及率は小数点以下一桁を四捨五入している。

(*は四捨五入の結果100%を表記している。)

2. 従来型とコンパクト型合併浄化槽

装置構造と特徴

本研究では1基の従来型合併浄化槽と2基のコンパクト型合併浄化槽を用いて実験を行っている。それぞれの合併浄化槽について、その基本構造と特徴について要約する。

2.1 従来型合併浄化槽の基本構造と特徴

従来型合併浄化槽(以下A槽と称す)の処理対象人員は5人であり、図2にそのフローシートを示し、図5に従来型合併浄化槽(A槽)の外観写真を示す。従来型合併浄化槽(A槽)の寸法(mm)は長さ2295×幅1490×全高1800であり、各処理槽の容量は嫌気ろ床第1槽が1.008m³、嫌気ろ床第2槽が0.913m³、接触曝気槽が1.015m³、沈殿槽が0.530m³、消毒槽が0.026m³であり総容量は3.492m³である。設計時の流入汚水量

は 1.00m³/日であり、処理性能としては処理放流水 BOD20mg/l 以下、BOD 除去率 90%以上である。その処理方式は嫌気ろ床槽と接触曝気槽を併せて処理する嫌気ろ床接触曝気方式を用いている。この方式の特徴は嫌気ろ床槽を 2 槽に分けることによって SS 成分の非常に高い流入水を微生物の作用によって安定的分解を行うことである。さらに、処理された汚物が接触曝気槽に流入され、生物膜が付着しやすく目詰まりの起こしにくい接触材を充填することによって、浄化された処理水を沈殿槽に送り、安定した浄化性能を有していることである。

2.2 コンパクト型合併浄化槽の基本構造と特徴

コンパクト型合併浄化槽（以下 B 槽と称す）の処理対象人員は 5 人であり、図 3 にコンパクト型合併浄化槽(B 槽)のフローシートを示し、図 6 にその外観写真を示す。コンパクト型合併浄化槽（以下 C 槽と称す）の処理対象人員は 5 人であり、図 4 にコンパクト型合併浄化槽(C 槽)のフローシートを示し、図 7 にその外観写真を示す。コンパクト型合併浄化槽(B 槽)の寸法(mm)は長さ 2155×幅 980×全高 1755 であり、B 槽は嫌気ろ床第 1 槽と嫌気ろ床第 2 槽と生物濾過槽、沈澱槽そして消毒槽に分かれており、総容量は 2.112m³

である。設計時の流入汚水量は 1.00m³/日であり、処理性能としては処理放流水 BOD20mg/l 以下、BOD 除去率 90%以上である。その処理方式は嫌気ろ床槽と生物濾過槽を用いて処理する嫌気ろ床生物濾過方式を用いている。この方式の特徴は生物濾過槽に充填している担体にある。この担体がポリエチレンを用いているためにスポンジの孔が連通しており、その内部まで酸素や汚水が入りやすくなっている。このために多量の好気性微生物を生息させることができることにより効率よく処理を行える。コンパクト型合併浄化槽(C槽)の寸法(mm)は、長さ 2160×幅 1110×全高 1570 で総容量は 2.063m³である。処理性能としては処理放流水 BOD20mg/l 以下、BOD 除去率 90%以上である。その処理方式は担体流動生物濾過方式を用いている。担体流動生物濾過槽では、好気部と濾過部に分かれている。好気部では曝気が行なわれ、槽内に充填された担体表面に生息する好気性微生物の働きにより有機物は分解される。濾過部では担体により SS (浮遊物質) の濾過が行なわれる。また、槽容積も従来型に比べ約 59%となっている。接触流動担体に中空円筒状流動担体を使用することにより、比表面積は板状面積の約十倍になっており、処理面積が増大している。

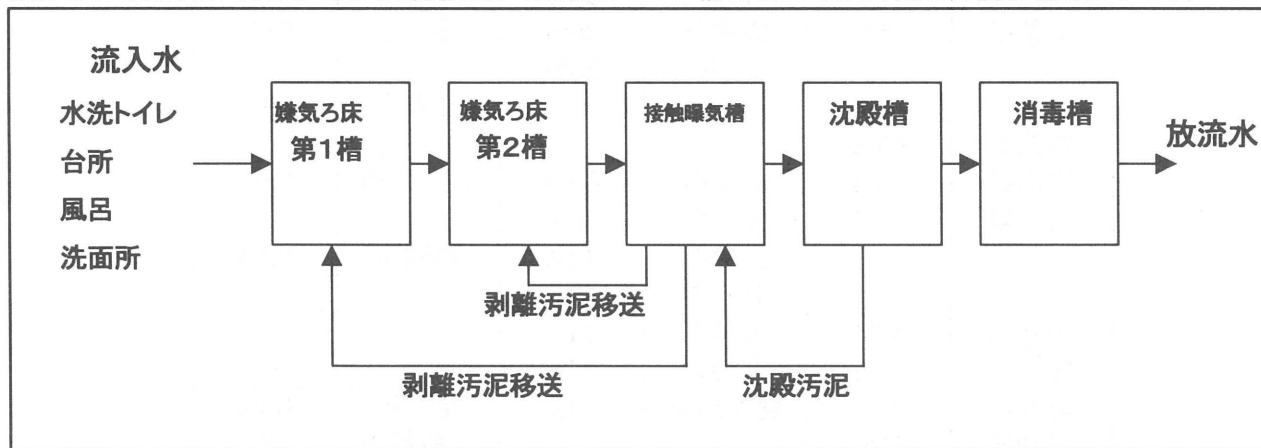


図2 従来型合併浄化槽 (A槽)の フローシート

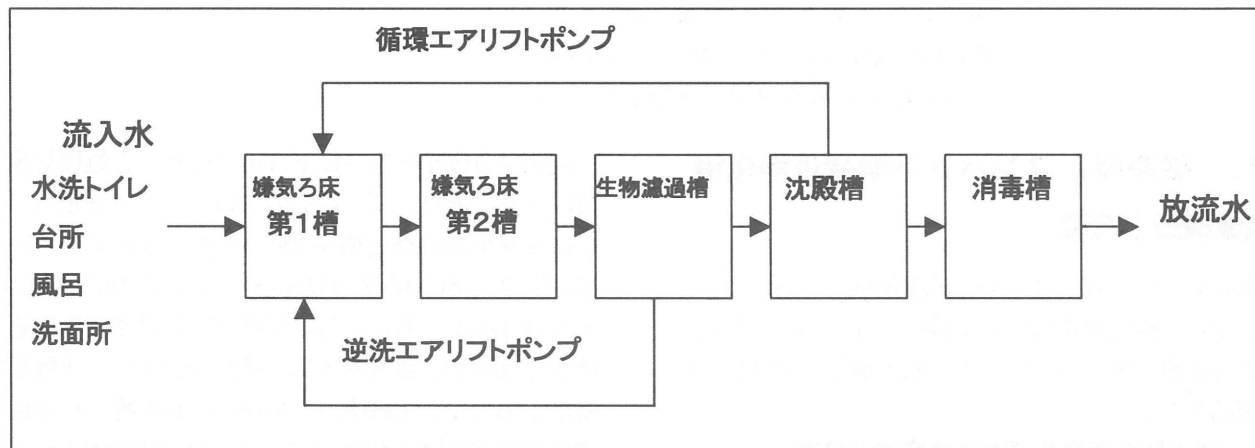


図3 コンパクト型合併浄化槽 (B 槽) の フローシート

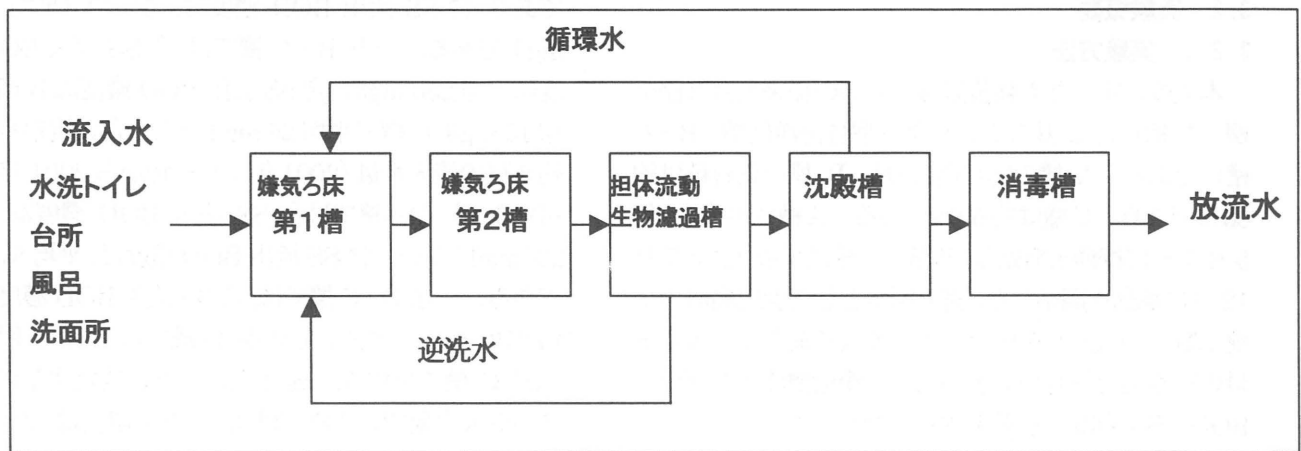


図4. コンパクト型合併浄化槽 (C 槽)の フローシート

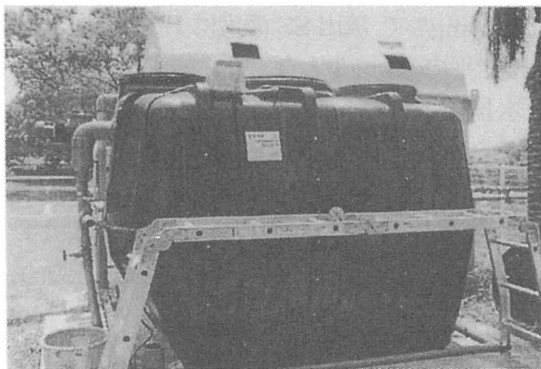


図5 従来型合併浄化槽(A槽)の外観写真



図6 コンパクト型合併浄化槽(B槽)外観写真

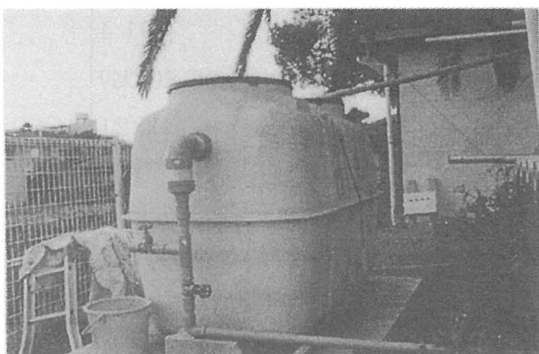


図7 コンパクト型合併浄化槽(C 槽)の外観写真

3. 高水量負荷時の合併浄化槽における処理特性

3.1 概説

本実験に用いた従来型合併浄化槽とコンパクト型合併浄化槽は、処理方式としては各々に異なっているが、規定水量 (5 人槽で $1\text{m}^3/\text{日}$) 流入時の処理性能として、BOD 濃度 20mg/l 以下、BOD 除去率 90%以上という放流水質基準を満足し、各家庭に設置されている。しかし、住宅に合併処理浄化槽を設置する場合の処理対象人員 (人槽) の算定式が変更され、平成 12 年度から住宅 (一般家庭) において 5 人槽が用いられるのは延べ面積が 130m^2 以下の場合である。つまり、延べ面積が 130m^2 以下であれば、浄化槽としては 5 人槽を設置することになっており、浄化槽の設置に関して実際の使用人数が考慮されていない。そのため、実際に稼動している家庭においては規定水量の数倍を流している可能性もある。10 人槽の規定水量としては $2\text{m}^3/\text{日}$ であり、5 人槽において $2\text{m}^3/\text{日}$ 以上で流入することは考えにくい。しかし、短時間に高水量流入においてはその処理性能が低下し、放流水質基準以上の高濃度の処理水を公共水域に放流することは問題となる。そこで、規定水量の数倍以上の高水量負荷でも放流水質基準を満足できるかを本研究の 1 つの目的とする。そのため、本実験では規定水量の数倍の水量負荷を浄化槽に与える高水量負荷実験を行う。そして、従来型合併浄化槽とコンパクト型合併浄化槽について、流入と流出の BOD・COD・SS 濃度の測定を行う。実験データの比較検討することにより、コンパクト型合併浄化槽が高水量負荷時においても従来型合併浄化槽と同程度の処理能力を有するかを検討する。

3.2 実験概要

3.2.1 実験方法

本実験に用いた実験装置は、1基の従来型合併浄化槽（A槽）と2基のコンパクト型合併浄化槽（B・C槽）である。A槽の総容積に対しB槽の総容積は約60%であり、C槽は約59%である。A槽は平成12年5月1日に稼動を開始し、B槽・C槽は平成12年7月12日に稼動を開始した。流入原水として鹿児島高専下廃水処理場流入水を使用した。流入負荷として規定水量の約5倍と約8倍の流量とし、浄化槽流入と流出のBOD・SS濃度と水温を測定した。

3.2.2 実験結果と考察

運転装置を稼動し、生物膜が形成されはじめるまで約1週間を要する。このため、A槽では10日後、B・C槽では7日後に測定を開始した。まず、運転開始から2001年1月初旬までは0.5~10（平均約5）m³/日の流入水量での運転を行った。その後2001年1月終旬から2001年3月初旬までは3~20（平均約8）m³/日の流入水量での運転を行った。各浄化槽共通として接触曝気槽を曝気しているため外気温の影響を受けやすく、流入水温に比較し流出水温は、夏が若干高く、冬にかけて低くなっている。規定水量の約5倍の流入水量（運転開始から2001年1月初旬まで）のA槽では、含SS流入BOD濃度は、50~450（平均220）mg/l

であり、含SS流出BOD濃度は、5~40（平均14）mg/lである。一方、B・C槽では、含SS流入BOD濃度は平均250 mg/l、含SS流出BOD濃度はB槽で平均15 mg/l、C槽で平均25 mg/lとなった。規定水量の約8倍の流入水量（2001年1月終旬から2001年3月初旬まで）のA槽では含SS流入BOD濃度は、平均230mg/lであり、含SS流出BOD濃度は、平均57mg/lである。一方、B・C槽では、含SS流入BOD濃度は平均270 mg/l、含SS流出BOD濃度はB槽で平均65 mg/l、C槽で平均70 mg/lとなった。規定水量の約5倍の流入水量でのA槽では、流入SS濃度は50~900（平均260）mg/lである。流出SS濃度は5~15（平均12）mg/lである。一方、B・C槽では流入SS濃度は平均約280 mg/lで、流出SS濃度はB槽で平均13 mg/l、C槽で平均23mg/lとなった。規定水量の約8倍の流入水量でのA槽では、流入SS濃度は平均80mg/lである。流出SS濃度は平均60mg/lである。一方、B槽での流入SS濃度は平均176 mg/lで、流出SS濃度は58 mg/lであり、C槽では流入SS濃度は平均約190 mg/lで、流出SS濃度は平均70 mg/lとなった。

次に規定水量の約5倍での運転結果による処理性能の比較を表2に示す。

表2 浄化槽処理性能（規定水量の約5倍の水量負荷運転）の比較

運転期間	浄化槽：A	浄化槽：B	浄化槽：C
	00.5.01－ 01.1.11	00.7.12－ 01.1.11	00.7.12－ 01.1.11
流量（m ³ /日）	4.37	4.93	5.32
流入水含SS－BOD濃度（mg/l）	217.2	248.4	248.4
流入水上澄みBOD濃度（mg/l）	132.6	127.9	127.9
流出水含SS－BOD濃度（mg/l）	14.1(6%)	14.5(5%)	24.5(9%)
流入水SS濃度（mg/l）	259.4	276.4	285.4
流入水上澄みSS濃度（mg/l）	166.2	76.1	101.4
流出水SS濃度（mg/l）	11.6(5%)	13.1(5%)	22.8(8%)
含SS－BOD負荷量（g/日）	949	1225	1321
含SS流出BOD量（g/日）	61.6	71.6	130
含SS－BOD除去量（g/日）	888(94%)	1153(95%)	1191(91%)
流入SS量（g/日）	1134	1363	1518
流出SS量（g/日）	50.7	64.6	121
SS除去量（g/日）	1083(95%)	1298(95%)	1397(92%)

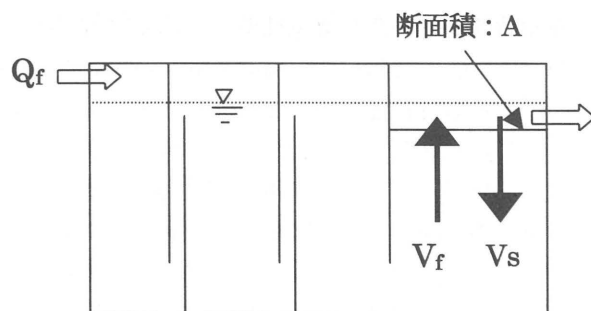
規定水量の約5倍の流入では、実験期間中、槽内の汚泥引き抜きは一回も行っていない。このため、嫌気性槽内にかなりの汚泥が浮上していた。したがって、流入水SS性BODは、約67%であり、嫌気性槽に長時間滞留し、長期間かけて分解されているものと思われる。流出水含SS-BOD濃度は、A槽で14 mg/l(流出率6%)、B槽で15 mg/l(流出率5%)、C槽で25 mg/l(流出率9%)であり、従来型とコンパクト型(B槽)ではさほど変わらない。流出水SS濃度は、A槽で12 mg/l(流出率5%)、B槽で13 mg/l(流出率5%)、C槽で23 mg/l(流出率8%)であり、従来型とコンパクト型(B槽)ではさほど変わらない。いずれの装置においても90%以上の含SS-BOD除去率が得られ、含SS-BOD除去量は従来型A槽で約900g/日(除去率94%)、コンパクト型B槽で約1100g/日(除去率95%)、C槽で約1200g/日(除去率91%)であり、含SS-BOD除去量では従来型よりむしろコンパクト型が優っている。しかし、実験期間中の平均流量は、A槽で4.4m³/日、B槽で4.9m³/日、C槽で5.3m³/日であり、従来型とコンパクト型の流量をほぼ同量にすることにより含SS-BOD除去量、除去率ともさほど変わらなくなるものと思われる。また、コンパクト型(B層・C槽)とも嫌気性槽内に多くの汚泥の浮上が認められた。このことは、コンパクト型は従来型より総容積が小さく、

滞留時間が短いため嫌気性槽での汚泥分解量が少なくなったものと思われる。規定水量の約8倍での運転結果による処理性能の比較を表3に示す。規定水量の約8倍の流入量では、流出水含SS-BOD濃度は、A槽で57 mg/l(流出率25%)、B槽で65 mg/l(流出率24%)、C槽で70 mg/l(流出率26%)であり、いずれの装置でも20 mg/l以上となり、放流水質基準を満足しなくなる。流出水SS濃度は、A槽で61 mg/l(流出率34%)、B槽で58 mg/l(流出率33%)、C槽で72 mg/l(流出率37%)であり、いずれの装置でも20 mg/l以上となる。含SS-BOD除去量は、いずれの装置でも規定水量の5倍流入時に比べさらに高くなるが、除去率では大幅に低下している。槽内SS除去量はいずれの装置でも低下し、除去率も低下している。このことは、実験中1回も浄化槽内の汚泥の引き抜きを行わなかったことと、流入水量の増加に伴うものと考えられる。

図8において、水量 Q_f が浄化槽に流入する場合、沈殿槽内では上向きに V_f の速度の流れが生じる。ここで、沈殿槽内の粒子は静置時に下向きに V_s の速度で沈降するものとする。もし $V_s > V_f$ の場合は、越流水にはSS成分の含有が少ない。しかし、 $V_s < V_f$ の場合は、越流水には多量SS成分が含まれてしまう。

表3 浄化槽処理性能(規定水量の約8倍の水量負荷運転)の比較

	浄化槽：A	浄化槽：B	浄化槽：C
運転期間	01.1.23－ 01.3.07	01.1.23－ 01.3.07	01.1.23－ 01.3.07
流量 (m ³ /日)	9.62	7.88	7.62
流入水含SS-BOD濃度 (mg/l)	232.3	271.9	271.9
流入水上澄みBOD濃度 (mg/l)	167.7	168.4	168.4
流出水含SS-BOD濃度 (mg/l)	57.1(25%)	65.4(24%)	69.7(26%)
流入水SS濃度 (mg/l)	182.3	175.9	193.9
流入水上澄みSS濃度 (mg/l)	113.3	117.3	117.3
流出水SS濃度 (mg/l)	61.3(34%)	58.2(33%)	71.5(37%)
含SS-BOD負荷量 (g/日)	2234	2143	2072
含SS流出BOD量 (g/日)	549.3	515.4	531.1
含SS-BOD除去量 (g/日)	1685(75%)	1628(76%)	1541(74%)
流入SS量 (g/日)	1753	1386	1477
流出SS量 (g/日)	590	459	545
SS除去量 (g/日)	1164(66%)	927(67%)	933(63%)



$$V_f = \frac{Q_f}{A}$$

V_s : 粒子の平均沈降速度 (cm/sec)

Q_f : 流入水量 (cm³/sec)

A : 沈殿槽内の断面積 (cm²)

図8 沈殿槽内での上向き流速と粒子の沈降速度

次に、流入水量が5m³/日と8 m³/日の場合におけるB槽のコンパクト型合併浄化槽の断面積Aを用いて V_f を計算する。

$$5\text{m}^3/\text{日流入時} \quad V_f = \frac{Q_5}{A} = \frac{57.90(\text{cm}^3/\text{sec})}{5600(\text{cm}^2)} = 0.010(\text{cm}/\text{sec})$$

$$8\text{ m}^3/\text{日流入時} \quad V_f = \frac{Q_8}{A} = \frac{92.64(\text{cm}^3/\text{sec})}{5600(\text{cm}^2)} = 0.016 (\text{cm}/\text{sec})$$

この結果、良好な水質が得られている5m³/日において $V_f = V_s$ とすると、沈殿槽内SS平均沈降速度は約0.010cm/secであるものと思われる。8m³/日流入時は流出SS濃度がかかなり高くなるため、 $V_s < V_f$ になっているものと思われる。常時、沈殿槽流出速度(V_f)をSS沈殿速度(V_s)が上回り、良質の処理水を得るためには沈殿槽または浄化槽への流入量を5m³/日以下に抑える必要がある。 $V_s > V_f$ となるために以下のような方法が考えられる。

- (1) 図9に示すように流入水を嫌気性槽・好気性槽にいったん貯留し、微量ずつ沈殿槽に流入させ放流する方法。
- (2) 浄化槽外に貯留タンクを設置し、タイマーにより浄化槽への流入量を調整する方法。

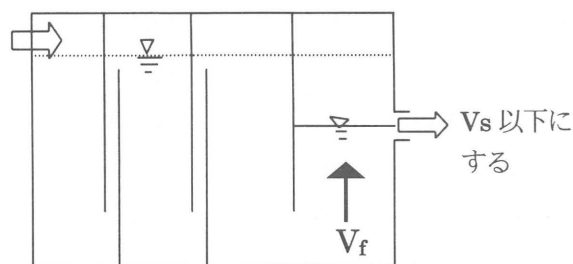


図9 合併浄化槽の一例

4. 高負荷時の合併浄化槽における処理特性

4.1 概説

現在、一般家庭において洗濯時や風呂水の排出時に多量の排水が浄化槽に流入する。1日に換算した場合、規定水量を越えることも十分予想される。処理対象人数が201人以上の処理装置に関しては、流量調整槽の設置が義務づけられている。流量調整システムの付いた合併浄化槽は開発されているが、それ以前の一般家庭に設置されている浄化槽には、流量調整システムは省略されている。総容積の小さい合併浄化槽において大量の排水が一度に流入した場合の処理性能を検討することも重要である。以下に合併浄化槽に流入水が一度に流入した場合の処理水質の計算式を示す。例として風呂の排水200 lが同時に流入したとする。流入水の流量は、200 l (0.2m³)である。5人槽の従来型合併浄化槽で処理を行ったとした場合、水質はおおむねBOD30mg/l程度である。コンパクト型合併浄化槽の場合、嫌気性ろ床槽の一次処理槽の容積は、1m³ (第1槽が0.5m³、第2槽が0.5m³)であり、流入水質BOD200mg/l、その第1槽流出水はBOD140mg/l、一次処理水(第2槽流出水)はBOD100mg/l(除去率50%)が一般的な数字である。この場合、一時的に流

入するので第1槽流出水のBOD濃度Aは、

$(1 \text{ 槽のBOD量} + \text{一時的流入水のBOD量}) \div (1 \text{ 槽の容量} + \text{一時的流入水量})$

で求められ、111mg/lとなる。一次処理水のBOD濃度Bは、同様に103mg/lとなる。ところが、二次処理の二次処理槽は0.5m³であるため、一度に流入した場合の処理水のBOD濃度Cは本来だとBOD20mg/l(放流水質基準)以内であるが、44mg/lとなる。

流入水量を300lとして計算した場合の放流水質は50mg/lとなり、一時的に200l、300lが流入した場合、放流水質基準を満足することができない⁶⁾

4.2 実験方法

本実験では、一度に多量の流入がある場合の合併浄化槽の処理特性を明らかにするために、約15分間に200lを浄化槽に流入させる短時間高負荷実験を行う。一度に多量の水量が浄化槽に流入した場合、総容積の大小の違いによる従来型とコンパクト型においてどの程度の排水処理性能の違いを示すかについて検討する。流入原水は鹿児島高専下排水処理流入水を用い、高水量負荷流入させ、浄化槽流入と流出のBOD・COD・SS濃度を測定した。

4.3 実験結果と考察

流入水量200lの短時間高負荷運転(約15分間流入)における浄化槽処理性能の比較を表4に示す。15分間で200l流入は、1日換算流量では規定水量の約20倍となる。このため短時間高負荷運転中は、槽内でのBODとSSは殆ど除去されず、BOD除去率、SS

除去率ともかなり低下する。しかし、槽全体へのBODとSS負荷量は規定水量の5倍(5m³/日)の負荷量に比較しかなり低い(5%と3%)ため1日平均流出BOD濃度とSS濃度は、さほど高くないものと考えられる。

5. 太陽電池を用いた間欠曝気式合併浄化槽による排水処理システム

5.1 本排水処理システム開発の背景と目的

本研究は、高水量負荷実験と短時間負荷実験より高水量運転時で従来型、コンパクト型合併浄化槽とも良質の処理水が得られたことを踏まえて、コンパクト型合併浄化槽を用いて、規定水量(約1m³/日)で太陽電池を用いた1日に約8時間の運転を行う間欠曝気式による排水処理システムの開発を目的として実験を行った。本排水処理システムを確立することにより現在まで合併浄化槽の設置を電気の供給が難しいために困難と考えられていた場所や設置された浄化槽の1日の流入水量が微少である場所などでの稼働が期待される。具体的に期待される用途として、小規模養豚排水の処理、電気のない登山道等に設置された水洗方式トイレ排水、廃棄物埋め立て地浸出水の処理、ゴルフ場茶店などの排水処理や山小屋の排水処理などが挙げられる。

家庭用の浄化槽は、5人槽の規定水量(1m³/日)の使用排水があった場合に随時排水を流入している。そのため、水洗トイレ排水や生活雑排水などは時間帯によって大きく変動するため、浄化槽への負荷量が時間帯

表4 短時間高負荷による浄化槽処理性能

浄化槽	A	B	C
1日換算流量(m ³ /日)	20.5	21.8	18.9
負荷時間(分)	14	13.2	15.2
流入BOD濃度(mg/l)	212	212	212
流出BOD濃度(mg/l)	82	116	86
BOD負荷量(g/200l)	42.4	42.4	42.4
BOD除去量(g/200l)	26	19.2	25.2
BOD除去率(%)	61	45	59
流入SS濃度(mg/l)	141	141	141
流出SS濃度(mg/l)	91	111	90
SS負荷量(g/200l)	28.2	28.2	28.2
SS除去量(g/200l)	9.8	5.9	10.1
SS除去率(%)	35	21	36

によって異なっている。そこで、浄化槽に同一の負荷量を与えることによって常時良質の処理水を流出できるものではないかと考えた。また、電気の供給源として太陽電池を使用することにより、常時電気の供給の困難な場所においても使用が可能になることになる。

太陽電池を用いることによる問題点は、晴天時では電気の供給が可能であるが、雨天時においては電気の供給が困難な点である。そこで、本システムを将来的に活用・適用するために、晴天時と雨天時がランダムにあることを想定し、以下に示す事項を順次実施していく。

(1) 規定水量の家庭用排水を1日に8時間(晴天時日照時間)好気性処理した場合、放流水質基準を満足する処理水質が得られるかの検討。

(2) 規定水量の家庭用排水を1, 2, 3, …, 7時間(太陽電池が作動しない場合)嫌気性処理のみ施した場合の処理水質の測定。

(3) 上記(1)と(2)をランダムに組み合わせた場合の処理水質の測定を行い、本システムの活用・適用・応用分野などを再検討する。

5.2 実験装置の概要

本実験で使用した排水処理システムを図10に示す。このシステムでは、調整槽は、容積約 1m^3 の既製タンクを使用し、合併浄化槽は、容積約 2m^3 の既製のコンパクト型合併浄化槽を使用した。排水を調整槽に貯留し、太陽電池とバッテリーを組み合わせたシステムを使用し、フロートスイッチ付きポンプで、貯留水を調整槽からコンパクト型合併浄化槽の嫌気性第1槽に流入させる。嫌気性第1槽への貯留水流入と同時に、嫌気性第2槽の処理水が好気性槽に流入する。好気性槽では、ブローを用いて好気性処理を行い、放流水質基準を満足する処理水を放流する。本排水処理システムによる排水処理の特徴は電気の供給できる間は排水を処理速度の速い好気性処理を行い、長期間の雨天時太陽電池が作動しなく電気が供給出来ない時も、調整槽と合併浄化槽で貯留水を嫌気性処理し、放流水質基準を満足する処理水を放流する点である。

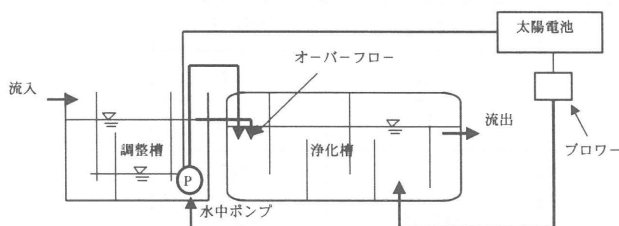


図 10 間欠曝気式合併浄化槽の排水処理システムの概略

6. おわりに

本研究では、コンパクト型合併浄化槽の機能評価を行うことを目的に高水量負荷実験と短時間高負荷実験を行った。その後、太陽電池を用いた間欠曝気式合併浄化槽による排水処理システムの開発を目的に基礎的な実験も行った。以下に本研究で得られた結論を示す。

(1) 5人用の合併浄化槽規定水量($1\text{m}^3/\text{日}$)の約5倍の水量負荷でも従来型合併浄化槽(A槽)とコンパクト型合併浄化槽(B槽)では良質の処理水(放流水BOD、SS濃度)が得られた。

(2) 規定水量の約8倍の水量負荷では、従来型・コンパクト型合併浄化槽とも約5倍に比較しBOD除去量は高くなるが、処理水(放流水)BOD濃度・SS濃度は放流水質基準を満足しなくなる。

(3) 短時間高負荷($200\text{l}/15\text{分}$)では、一時的に流出BOD濃度とSS濃度は高くなり、放流水質基準を満足しなくなる。

(4) BODとSS流出量は規定水量の約5倍の水量負荷でのBODとSS除去量と比較し、かなり低いため1日平均流出BOD濃度とSS濃度は放流水質基準を満足するものと思われる。

本研究は著者の一人である時任博之が鹿児島工業高等専門学校専攻科在学中に行った特別研究成果を中心にまとめたものである。また、本研究の一部は平成12年度受託研究費(九州積水工業株式会社)で遂行されたこととし、関係各位に深甚いたします。

参考文献

- 1) 石井勲・山田國：浄化槽革命，合同出版，p43，1994
- 2) 石井勲・山田國：浄化槽革命，合同出版，pp52-54，1994
- 3) 土木学会誌：vol86-11，pp46-50，2001
- 4) 福田文治：初歩から学ぶ水処理技術，工業調査会，p55，1999
- 5) 須藤隆一：用水と廃水，vol.33，No.10，1991
- 6) 石井勲・山田國：浄化槽革命，合同出版，pp52-54，1994
- 7) 岩井重久：排水の生物学的処理，コロナ社，pp13-15，1965
- 8) 山根恒夫：生物反応工学，産業図書，p265，1980
- 9) 洞沢勇：生物膜法，思考社，pp2-6，1982
- 10) 洞沢勇：生物膜法，思考社，pp202-208，1982
- 11) 山根 恒夫：生物反応工学，産業図書，pp274-277，1980